

**“EFECTOS PELIGROSOS EN PRESENCIA DE
ARCOS ELÉCTRICOS EN TABLEROS DE
DISTRIBUCIÓN ”**

**JOSÉ LUIS CRUZ PILOZO
CARLOS FERNANDO CARRASCO SEGOVIA**

Objetivos

1. Realizar un análisis cuantitativo del riesgos de arco eléctrico en el tablero de distribución principal de la Planta #2 **IPAC S.A**
2. Analizar cuales normas rigen para prevenir incidentes de arco eléctrico

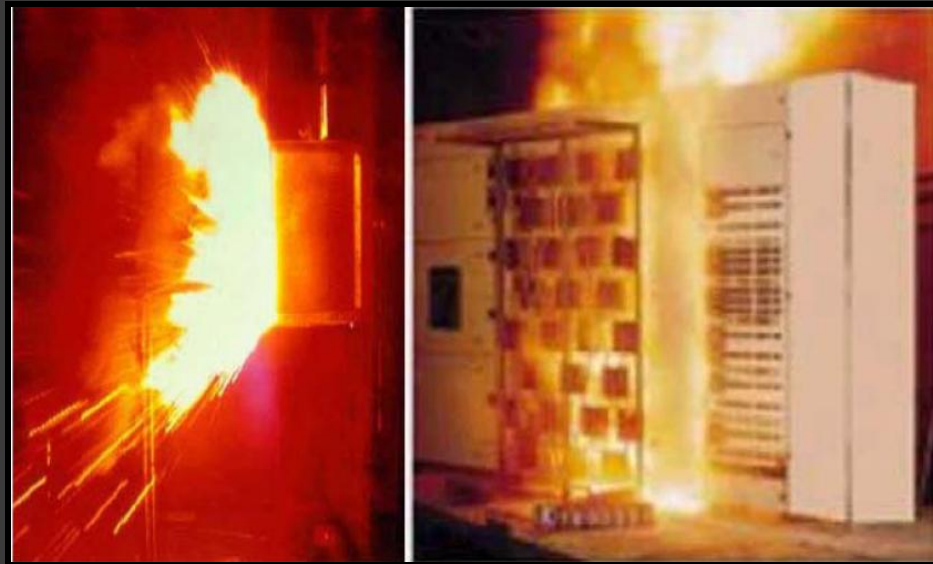
Normas Aplicadas

Hay 4 estándares de la Industria que rigen la Seguridad eléctrica y del Arco eléctrico

- Normas OSHA 29-CFR, parte 1910
- El Código Eléctrico Nacional (NEC)
- NFPA 70E
- IEEE desde 1584-2002

Que es un arco eléctrico

Ejemplo de arco eléctrico en panel de distribución



Causas del arco eléctrico

- Contactos Accidentales
- Dimensionamiento insuficiente para un corto circuito
- Caída de herramientas en partes energizadas
- La contaminación, como el polvo
- La corrosión de piezas y contactos
- Los procedimientos de trabajo inadecuados

Peligros del Arco Eléctrico

Explosión de Arco Eléctrico



Identificación de los peligros en las personas

- Contracción muscular
- Destrucción de los tejidos por quemaduras
- Fibrilación ventricular
- Principalmente la impedancia corporal

Análisis de Peligros

Un análisis de peligros de arco “es un método para determinar el riesgo de lesiones personales como resultado de la exposición a la energía incidente del arco eléctrico

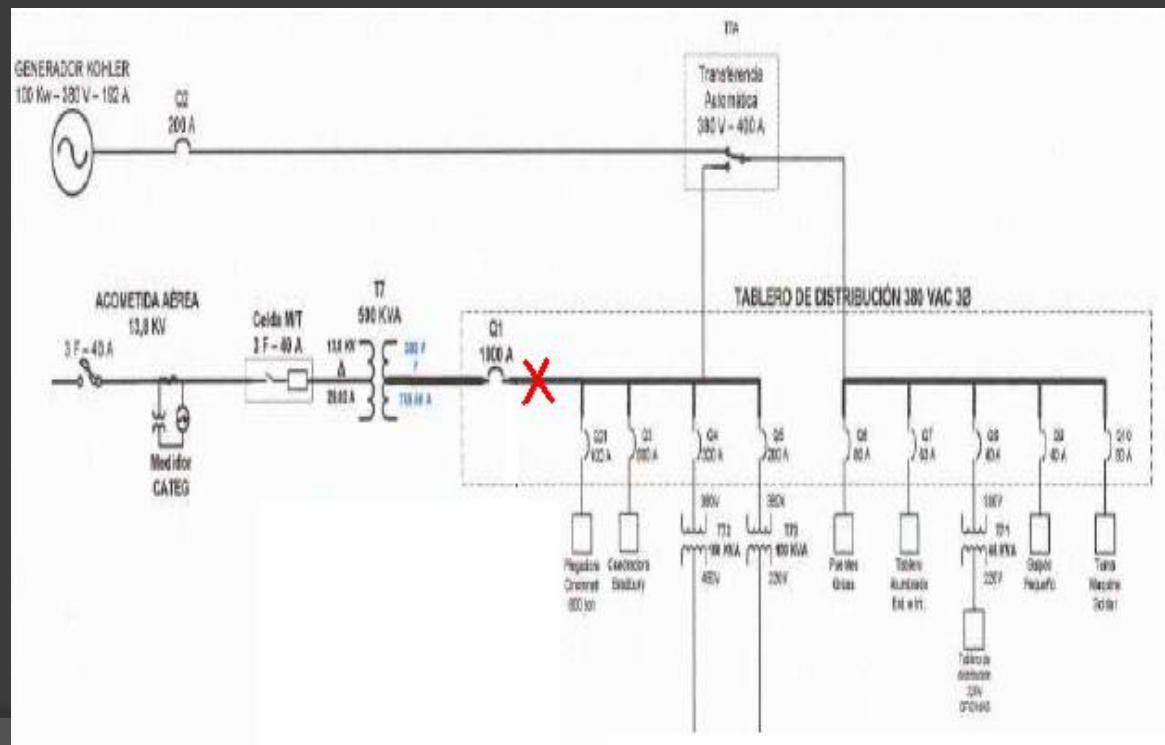
El Análisis de Peligros de los arcos eléctricos proporciona los siguientes resultados del cálculo para cada ubicación:

Análisis de Peligros

- La energía incidente en cal/cm²
- Equipo de protección personal de la categoría que se requiere, clase PPE)
- Límite de protección de Arco

Evaluación de riesgos de arco eléctrico

- Hallaremos la corriente de corto circuito I_{cc} , mediante el método punto a punto basado en la norma I.E.E.E



Tablero Principal de 380V



Fig. 12 Transformador de 500KVA IPAC S. A.



Fig. 9 Disyuntor principal de 1000Amp

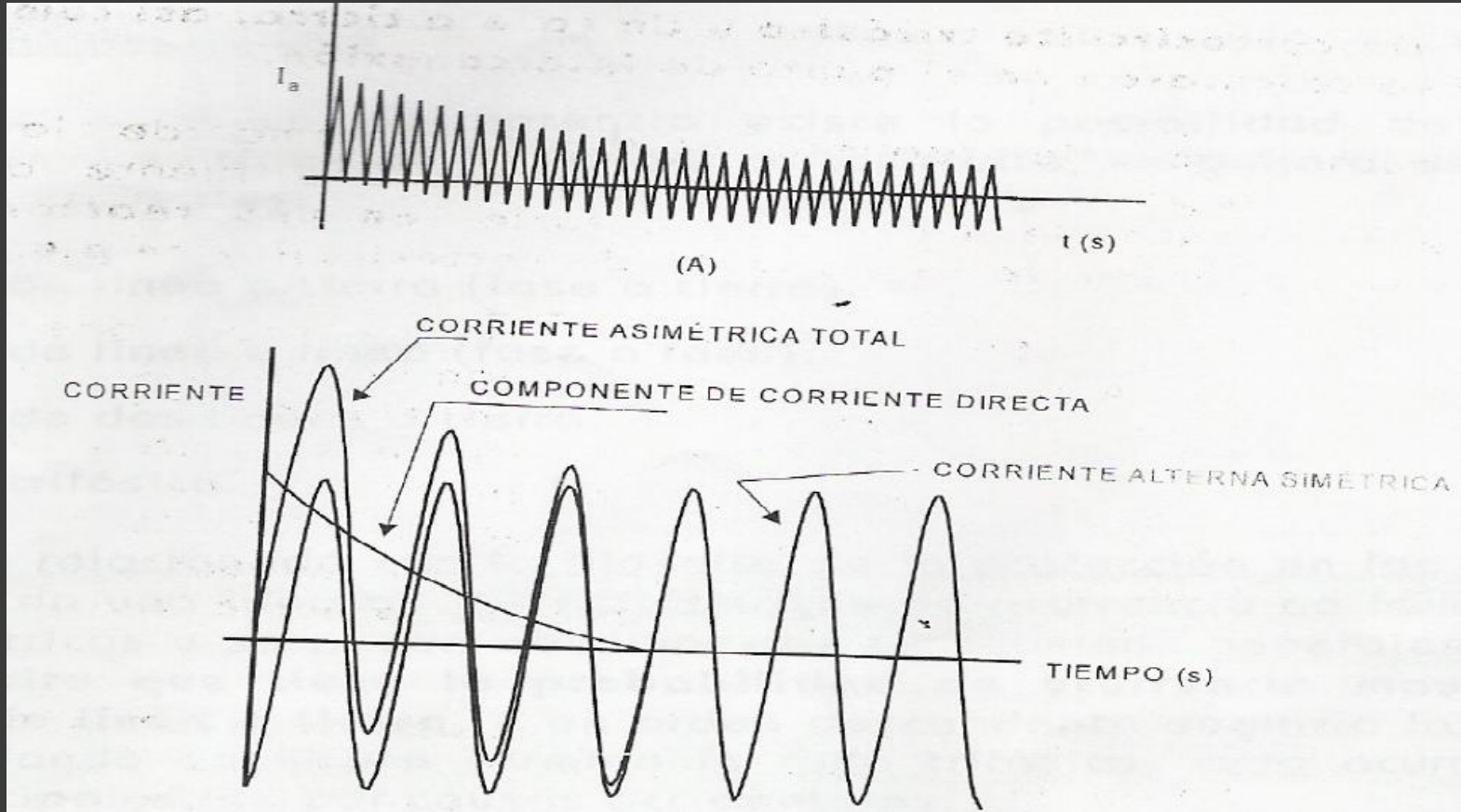
Fuente: IPAC S. A.

Disyuntor de marca SIEMEN VL 1250

Método punto a punto.

- Las siguientes variables son utilizadas en este método para hallar corriente de corto circuito:
 - Capacidad del transformador
 - Voltaje de línea a línea
 - Corriente de corto circuito en el secundario del transformador I_{sc}
 - Distancia del conductor desde el transformador al punto de análisis.
 - Componente simétrica de la corriente de corto circuito. I_{sc} simétrica.

Componente simétrica de Isc



Distancias de trabajo segura.

- NFPA 70E incorporó las ecuaciones del Sr. Ralph Lee
- D_s : Distancia curable. Hasta 1.2 cal/cm²
- D_i : Distancia incurable.

$$D_s = [2.65 \times MVA \times t]^{1/2}$$

$$D_i = [1.96 \times MVA \times t]^{1/2}$$

- MVA: 1.73 x V línea – línea x I_{sc} simétrica
- T: Tiempo de exposición del arco en seg.

Energía incidente

- Basado en la publicación de Doughty, Floyd y Neal, “*Predicting incident energy to better manage the electric arc hazard*”.

$$EA = 5271DA^{-1.9593} \cdot T (0.0016F^2 - 0.0076F + 0.8939)$$

$$EB = 1038,7DB^{-1.4738} \cdot T (0.0093F^2 - 0.3453F + 5.9675)$$

- Ea: Máxima energía incidente de un arco en un sistema al aire libre.
- Eb: Máxima energía incidente en un tablero.
- Da: Distancia desde la persona hasta la fuente de arco.
- Db: Distancia desde la persona hasta la fuente de arco; máx 20 in
- T: Tiempo de duración del arco eléctrico
- F: Componente simétrica de corriente de corto circuito en un rango de 16 a 50 KA.

Datos del disyuntor

- El disyuntor de marca Sentron VL 1250 N, tiene una característica:
- Tsd: 0 – 0.5 seg, Tiempo regulado actualmente = 0.4seg.
- Icu: 50KA



Resultados

- La corriente en el punto de análisis I_{sc} simétrica = 30.254KA a una distancia de 7mt del transformador.
- Distancias seguras de trabajo D_s y D_i para la corriente 30.254KA.
 - $D_s = 4.59\text{ft} = 1.39 \text{ mt}$
 - $D_i = 3.94\text{ft} = 1.203 \text{ mt}$

- ⦿ Energía incidente E_a y E_b :
- ⦿ $E_b = 20,264 \text{ cal/cm}^2$, a una distancia máxima de 20 in.
- ⦿ Calcularemos la energía incidente E_A , con las distancias de trabajo D_s y D_i
- ⦿ Con $D_s = 4.59\text{ft} = 55.09 \text{ in}$; $E_{as} = 1.7 \text{ cal/cm}^2$
- ⦿ Con $D_i = 3.94\text{ft} = 47.37 \text{ in}$; $E_{ai} = 2.33 \text{ cal/cm}^2$

- La siguiente tabla categoriza los niveles de energía incidente y especifica el uso de EPP adecuado.

| Hazard Risk Category | cal/cm ² | Protective Clothing |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| 0 | 0 – 1.2 cal/cm ² | Untreated Natural Fiber |
| 1 | 1.2 - 4 cal/cm ² | FR Clothing, Minimum Arc Rating of 4 |
| 2 | 4 -8 cal/cm ² | FR Clothing, Minimum Arc Rating of 8 |
| 3 | 8 – 25 cal/cm ² | FR Clothing, Minimum Arc Rating of 25 |
| 4 | 25 – 40 cal/cm ² | FR clothing, Minimum Arc Rating of 40 |

Característica de la vestimenta de protección

Tabla 130.7 del NFPA

- ⦿ Categoría 0: Algodón sin tratar.
- ⦿ Categoría 1: Camisa y pantalón con retardante de flama.
- ⦿ Categoría 2: Ropa interior de algodón, camisa y pantalón con retardante de flama.
- ⦿ Categoría 3: Ropa interior de algodón, camisa, pantalón y overall con retardante de flama.
- ⦿ Categoría 4: Ropa interior de algodón, camisa y pantalón con retardante de flama, overall de doble capa.

- ⦿ Del resultado de la energía incidente $E_b = 20.264 \text{ cal/cm}^2$ a 20 in máx; el nivel de riesgo de quemadura es está en el rango de la categoría 3.
- ⦿ Existen 3 formas para poder disminuir la energía incidente de un arco eléctrico:
 - Reduciendo la corriente de corto circuito.
 - Que la impedancia en el sistema de distribución de energía sea mayor.
 - Que los tiempos de disparo de los dispositivos de protección sean disminuidos.

Reduciendo el tiempo de interrupción del disyuntor.

- El disyuntor principal VL1250N puede ser regulado a un menor tiempo de interrupción, $T_{sd} = 0.3\text{seg}, 0.2\text{seg}, 0.1\text{seg}.$
- Los niveles de energía incidente presentan los siguientes resultados.

| | Energía Incidente cal/cm ² | | | |
|--|---------------------------------------|----------|----------|----------|
| | T1 = 0,4 | T1 = 0,3 | T2 = 0,2 | T3 = 0,1 |
| Isc sim = 30,254 KA DB = 20 in máxima | 20,264 | 15,198 | 10,132 | 5,066 |

Conclusiones y recomendaciones

- Hemos comprobado el riesgo potencial que existe en el tablero de la planta IPAC S.A con niveles de energía de categoría 2
- Es indispensable realizar el estudio de la corriente de corto circuito y coordinación de protecciones, antes de analizar el estudio del arco eléctrico
- El sobredimensionamiento de los dispositivos de protección podrían causar incomodidad propiciando accidentes.
- Se observa en el cuarto de distribución la falta de los etiquetados de advertencia de peligro.
- Se debe capacitar al empleado sobre los peligros que son originados por la corriente eléctrica.
- Cumplir con los organismos de control y normas de seguridad, existe poca advertencia de peligros, etiquetados.
- Para mantenimientos, dotar al empleado con el tipo de vestimenta adecuado.